

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(10) DD (11) 259 288 A1

4(51) H 02 P 5/16

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 02 P / 296 139 3

(22) 07.11.80

(44) 17.00.80

(71) VER Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 8900, DD

(72) Höhnel, Bernd, Dipl.-Ing.; Jaritz, Horst-Dieter; Reißmann, Andreas, Dipl.-Ing., DD

(54) Schaltungsanordnung zur Drehzahlregelung von Gleichstromkommutatormotoren

(65) Schaltungsanordnung, Drehzahlregelung, Gleichstromkommutatormotor, Motorregler, Bandpaßfilter, Drehzahlkonstanz, spektrale Analyse, Signalverarbeitung, Istwertsignal, Frequenzspektrum, Rückkopplungsspannung.

(57) Bei der Erfindung handelt es sich um eine Schaltungsanordnung zur Drehzahlregelung von Gleichstromkommutatormotoren. Sie wird dort eingesetzt, wo eine konstante Drehzahl bei der Anwendung von Gleichstromkommutatormotoren gefordert wird. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zur Drehzahlregelung von Gleichstromkommutatormotoren mit einem Motorregler und einem Stabglied ist dadurch gekennzeichnet, daß ein Widerstand mit dem Gleichstromkommutatormotor in Reihe geschaltet ist, daß eine Verstärkungsregelung dem Widerstand zugeordnet ist, wobei der Verstärkungsregelung mindestens zwei parallel angeordnete Bandpaßfilter mit unterschiedlicher Mittelfrequenz nachgeschaltet sind, daß jeder Bandpaßfilter über jeweils einen Widerstand mit einem Summierer mit Gleichrichtungsschaltung in Verbindung steht und daß dieser über das Stabglied mit dem Motorregler vorknüpft ist. Es erfolgt eine spektrale Analyse des Frequenzspektrums und die frequenzabhängige Signalverarbeitung eines dem Kollektorstrom proportionalen Istwertsignals zur Erzeugung der Rückkopplungsspannung. Fig. 1

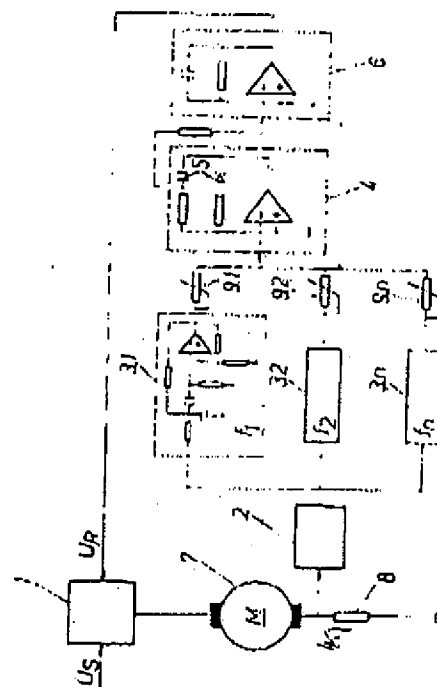


Fig. 1

ISSN 0433-0461

4 Seiten

Vorlage nicht besser kopierfähig

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung für die Drehzahlregelung beliebiger Gleichstromkommutatormotoren zu entwickeln, die ein Regelprinzip hoher Genauigkeit realisiert und ohne zusätzlichen Geber auskommt. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Schaltungsanordnung zur Drehzahlregelung von Gleichstromkommutatormotoren mit einem Motorregler und einem Siebglied, gekennzeichnet dadurch, daß die Schaltungsanordnung aus einer Verstärkungsregelung, mindestens zwei Bandpaßfiltern und einem Summierer mit Gleichrichtungsschaltung aufgebaut ist und daß ein Widerstand mit dem Gleichstromkommutatormotor in Reihe geschaltet ist, daß die Verstärkungsregelung dem Widerstand zugeordnet ist, wobei der Verstärkungsregelung mindestens zwei parallel angeordnete Bandpaßfilter mit unterschiedlicher Mittelfrequenz nachgeschaltet sind, daß jeder Bandpaßfilter über jeweils einen Widerstand mit dem Summierer mit Gleichrichtungsschaltung in Verbindung steht und daß der Summierer mit Gleichrichtungsschaltung über das Siebglied mit dem Motorregler verknüpft ist.

Gemäß der Erfindung erfolgt eine spektrale Analyse des Frequenzspektrums des drehzahlproportionalen Istwertsignals und dessen frequenzabhängige Verarbeitung zur Erzeugung der Rückkopplungsspannung. Als Istwertgröße für die gezielte Regelung der Drehzahl von Gleichstromkommutatormotoren wird ein dem Kollektorstrom des Gleichstromkommutatormotors proportionales Spannungssignal genutzt, das über den vom Kollektorstrom durchflossenen Widerstand entsteht. Dieses Spannungssignal enthält die bei der Kommutierung entstehenden Störungen. Die Verstärkungsregelung realisiert die Umformung des Spannungssignals in eine Signalfolge von Spannungsimpulsen mit konstanter Amplitude. Die spektrale Analyse und frequenzabhängige Verarbeitung erfolgt über die parallel angeordneten Bandpaßfilter. Diese wirken unterschiedliche Mittelfrequenzen auf und besitzen entsprechend dieser Mittelfrequenzen und ihrer Filterbreiten nur für einen bestimmten Frequenzanteil des von der Verstärkungsregelung abgegebenen Signals einen Durchlaßbereich. Die Wichtung der Spannungssignale, die von den einzelnen Bandpaßfiltern dem Summierer zugeführt werden, wird durch Widerstände realisiert, die jedem Bandpaßfilter nachgeschaltet sind und regelbar ausgeführt sein können. Das Summensignal wird anschließend gleichgerichtet und im Siebglied geglättet. Die so aufbereitete Rückkopplungsspannung wird dem Motorregler zugeführt.

Das vorgeschlagene Prinzip der spektralen Analyse des Frequenzspektrums und der frequenzabhängigen Signalverarbeitung für die Regelung der Drehzahl von Gleichstromkommutatormotoren ermöglicht, sofern keine extremen Lastschwankungen auftreten, eine hohe Regelgüte und Regelgenauigkeit bei Verzicht auf einen zusätzlichen Geber und dem damit verbundenen Platz- und Massezuwachs.

Gegenüber den bekannten Lösungen wird für die Funktion der Schaltungsanordnung das Herausfiltern der Kommutatorstörspitzen aus dem Frequenzspektrum nicht erforderlich. Die Funktionsfähigkeit ist auch für den Fall gesichert, daß keine Störspitzen explizit vorhanden sind. Deshalb ist diese Schaltungsanordnung für die Drehzahlregelung auch von solchen Gleichstromkommutatormotoren nutzbar, bei denen mehrere Kommutatorsegmentumschaltungen gleichzeitig auftreten.

### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand von

Fig. 1: Schaltungsanordnung zur Drehzahlregelung von Gleichstromkommutatormotoren

näher erläutert werden. Der Kollektorstrom  $I_k$  des Gleichstromkommutatormotors 7 mit den durch die Kommutierung aufgeprägten Störungen wird über einen Widerstand 8 in ein proportionales Spannungssignal gewandelt. Mittels einem Verstärkungsregler 2 wird dieses Signal zu einer Signalfolge mit konstanten Spannungsimpulsen verarbeitet. Die parallel angeordneten Bandpaßfilter 3.1 ... 3.n besitzen in Abhängigkeit vom realisierten Drehzahlbereich des Gleichstromkommutatormotors 7 unterschiedliche Mittelfrequenzen  $f_1, \dots, f_n$ . Die Anzahl der Bandpaßfilter 3.1 ... 3.n, sowie deren Mittelfrequenzen  $f_1, \dots, f_n$  und Bandbreiten, die durch die Kondensatoren und Widerstände der aktiven Bandpaßfilter 3.1 ... 3.n festgelegt wurden, sind vom jeweiligen Motortyp und seinen Betriebsanforderungen abhängig. Die vom Verstärkungsregler 2 abgegebene Signalfolge mit konstanter Spannungsimpulshöhe wird entsprechend ihrer Frequenzanteile auf die einzelnen, parallel angeordneten Bandpaßfilter 3.1 ... 3.n aufgeteilt. Die Wichtung der Ausgangssignale der parallel angeordneten Bandpaßfilter 3.1 ... 3.n für die Summation im Summierer mit Gleichrichtungsschaltung 4 erfolgt über die Regelwiderstände 9.1 ... 9.n. Um eine höhere Qualität des Regelkreises zu erreichen, können diese Regelwiderstände 9.1 ... 9.n elektronisch regelbar ausgeführt sein und z. B. durch einen Hochmuß angesteuert werden. Über die Gleichrichterdiode 5 wird eine Gleichrichtung des Summensignals erreicht. Dem Summierer mit Gleichrichtungsschaltung 4 kann noch ein Siebglied 6 nachgeschaltet sein, das eine Glättung des Rückkopplungsspannungssignals bewirkt. Die Rückkopplungsspannung  $U_R$  wird, wie die Sollwertspannung  $U_S$ , dem Motorregler 1 zugeführt.

Mit steigender Drehzahl des Gleichstromkommutatormotors 7 wächst der hochfrequente Impulsanteil im Frequenzspektrum des Kollektorstroms  $I_k$  und damit auch im Istwertsignal. Demzufolge vergrößert sich der Signalanteil, der am Bandpaßfilter 3.n mit der entsprechend höheren Mittelfrequenz  $f_n$  zum Gesamtspannungssignal am Summierer mit Gleichrichtungsschaltung 4 beiträgt. Je größer der Anteil hochfrequenter Störungen im Istwertsignal, desto größer wird die Rückkopplungsspannung  $U_R$ , die von der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung erzeugt wird. Die Wichtung der Ausgangsspannungen der Bandpaßfilter 3.1 ... 3.n erfolgt in Abhängigkeit von der Lage der Mittelfrequenzen  $f_1, \dots, f_n$  und der Bandbreiten so, daß im geforderten Drehzahlregelbereich des Gleichstromkommutatormotors 7 der gewünschte Zusammenhang zwischen der Drehzahl des Gleichstromkommutatormotors 7 und der Rückkopplungsspannung  $U_R$  erreicht wird.

**Patentanspruch:**

Schaltungsanordnung zur Drehzahlregelung von Gleichstromkommutatormotoren mit einem Motorregler und einem Siebglied, gekennzeichnet dadurch, daß die Schaltungsanordnung aus einer Verstärkungsregelung (2), mindestens zwei Bandpaßfilter (3.1 ... 3.n) und einem Summierer mit Gleichrichtungsschaltung (4) aufgebaut ist und daß ein Widerstand (8) mit dem Gleichstromkommutatormotor (7) in Reihe geschaltet ist, daß die Verstärkungsregelung (2) dem Widerstand (8) zugeordnet ist, wobei der Verstärkungsregelung (2) mindestens zwei parallel angeordnete Bandpaßfilter (3.1 ... 3.n) mit unterschiedlicher Mittelfrequenz ( $f_1 \dots f_n$ ) nachgeschaltet sind, daß jeder Bandpaßfilter (3.1 ... 3.n) über jeweils einen Widerstand mit dem Summierer mit Gleichrichtungsschaltung (4) in Verbindung steht und daß der Summierer mit Gleichrichtungsschaltung (4) über das Siebglied (6) mit dem Motorregler (1) verknüpft ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

**Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung ist überall dort anwendbar, wo für den Einsatz von Gleichstromkommutatormotoren eine hohe Konstanz der Drehzahl erforderlich ist. Sie findet ihren Einsatz in den Industriebereichen des wissenschaftlichen Gerätebaus, in der Konsumgüertechnik und in der KFZ-Technik.

**Charakteristik des bekannten Standes der Technik**

Für die Drehzahlregelung von Gleichstromkommutatormotoren durch Rückkopplung werden verschiedene Methoden genutzt. Das Rückkopplungssignal wird durch die Auswertung eines die Motordrehzahl charakterisierenden Istwertes genutzt. Es sind Schaltungsanordnungen bekannt, bei denen der für die Motordrehzahlregelung notwendige Istwert durch zeitliche Geber, wie z.B. Tachogeneratoren, IGR oder Umlaufpotentiometer gewonnen wird. Die Geber bilden entweder eine mechanische Einheit mit dem Motor oder sind durch entsprechende Kupplungselemente mit diesem verbunden (DE-OS 2240 180). Ein erhöhter Kostenaufwand und ein größerer Raumbedarf kennzeichnen die Nachteile dieser Lösungsvarianten gegenüber Lösungen, die eine direkte Istwertfassung für die Drehzahlregelung nutzen.

Zu den Möglichkeiten der direkten Istwertfassung gehört neben der Auswertung der Gegen-EMK auch die Erfassung von Störimpulsen des Stromes oder der Spannung, die beim Umschalten der Kommutatorsegmente des Gleichstromkommutatormotors entstehen (DE-PS 2913838; DE-OS 3234683, DD-WP 116 108). Bei der Anwendung der Gegen-EMK treten beim stromdurchflossenen Motor infolge von Verlustwiderstandsabweichungen des Motors Fehler der gemessenen Gegen-EMK auf, die die erreichbare Genauigkeit dieses Prinzips der Drehzahlregelung weitgehend einschränken. Schaltungen, die diese fehlerhafteste Messung der Gegen-EMK durch kurzzeitiges Abschalten des Motors verhindern, sind relativ aufwendig und stellen hohe Anforderungen an die Schaltleistung der Motorenstufe. Desweiteren sind Lösungen bekannt, bei denen ein Signal, das aus dem Motorstrom oder der Motorspannung gewonnen wird, einen Komparator ansteuert, dessen Ausgangsimpulsfolge einer der Drehzahl proportionalen Frequenz entspricht (GB-PS 2 088 691).

In DE-PS 3210 134 ist eine Schaltungsanordnung beschrieben, die bei der Verwendung eines Gleichstromkommutatormotors mit einer ungeraden Anzahl von Kommutatorsegmenten aus dem Frequenzspektrum eines dem Motorstrom proportionalen Signals, den Anteil hoher Frequenzen, der bei Kommutatorsegmentumschaltungen entsteht, in Form von Nadelimpulsen zur Drehzahlregelung nutzt. Dem Kommutator ist ein Strom-Spannungs-Wandler in Reihe geschaltet, dem eine Differenzierstufe folgt. Die so aufbereiteten Istwertsignale werden in einem Sollwert-Istwert-Vergleich zu dem Signal für die Drehzahlregelung des Motors verarbeitet.

Mit Hilfe eines Differenziergitters werden die Störimpulse, die durch die Kommutierung entstehen, herausgefiltert. Diese Impulse werden durch einen Komparator in Rechteckimpulse umgeformt und mittels eines Frequenz-Spannungs-Wandlers in die Rückkopplungsspannung umgewandelt. Diese Variante ist jedoch nur für Gleichstromkommutatormotoren geeignet, die eine ungerade Anzahl von Kommutatorsegmenten aufweisen und deren Bürsten so angeordnet sind, daß nicht mehrere Kommutatorsegmentumschaltungen gleichzeitig erfolgen. Störsignale, die den bei der Kommutierung auftretenden drehzahlproportionalen Signalen überlagert sind, beeinflussen die Regelung nachteilig. Daher kann die Schaltungsanordnung nur für Motoren mit geringem Störspektrum Anwendung finden.

**Ziel der Erfindung**

Ziel der Erfindung ist es, günstige Nutzungsparameter für beliebige Gleichstromkommutatormotoren ohne wesentliche Vergrößerung der Abmessungen und des Aufwandes zu sichern. Neben einer energetisch rationalen Arbeitsweise soll eine hohe Betriebssicherheit und eine lange Lebensdauer des Gleichstromkommutatormotors erreicht werden.

259288

-3-

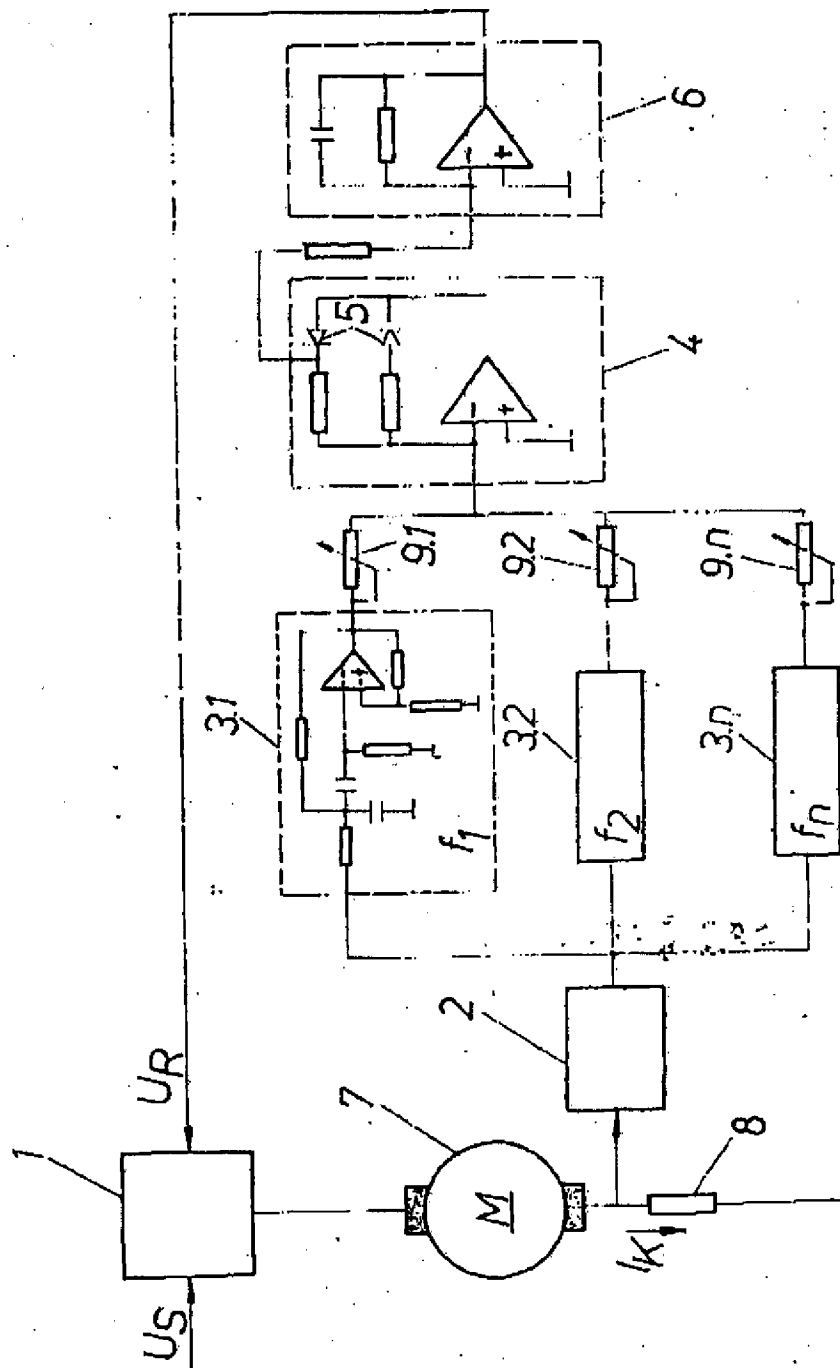


Fig. 1

-7.11.66- 385852

5441